

AVALIAÇÃO DA INSOLAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR NO AMBIENTE URBANO DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ

(1) Katuana Varela Furlan

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

katuana@hotmail.com

(2) Carolina Rocha Carvalho, MSc.

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

carolina.carvalho@univali.br

(3) Rafael Prado Cartana, MSc.

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

cartana@univali.br

RESUMO

Apesar das prementes demandas ambientais contemporâneas, o planejamento urbano vigente das áreas centrais de grande parte das cidades brasileiras apresenta insuficientes considerações relativas ao conforto ambiental, principalmente no que se refere à ocupação do solo, gabaritos e afastamentos. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é avaliar a insolação e o sombreamento gerado pelas edificações no ambiente urbano de Balneário Camboriú através do uso de Máscaras de Sombra e análises de radiação solar incidente nas fachadas. Como metodologia: utilizando o aplicativo *Autodesk Ecotect Analysis*, foram geradas Máscaras de Sombras de uma região urbana representativa da morfologia da área central da cidade, complementarmente, foram simulados valores de radiação incidente nas fachadas de edificações desta região. Como principal resultado, pode-se observar que a morfologia urbana resultante da aplicação da legislação na área central da cidade resulta em situações prejudiciais à adequada insolação e iluminação natural das edificações e espaços urbanos.

Palavras Chave: Planejamento urbano, Máscaras de sombra, Radiação solar, Autodesk Ecotect Analysis

ABSTRACT

Despite the pressing contemporary environmental demands, the current urban planning of the central areas of most Brazilian cities, make insufficient considerations relating to environmental comfort, especially regarding to land use, spacing and height of the buildings. Therefore, this paper aims to evaluate the insolation and shading generated by buildings in the urban environment of Balneário Camboriú through the use of shading masks and solar radiation analysis on the facades. The methodology: using the software *Autodesk Ecotect Analysis*, shading masks were generated representing the urban morphology of the downtown city areas, in addition, were simulated incident solar radiation values on the facades in buildings locates in this areas. The main result is that the application of the existing legislation in the central area of the city results in harmful situations to insolation and daylight of buildings and urban spaces.

Keywords: Urban planning, Shading masks, Solar radiation, Autodesk Ecotect Analysis.

1 INTRODUÇÃO

O conforto ambiental e o desempenho energético no ambiente construído dependem de uma série de variáveis como movimentação, temperatura e umidade relativa do ar, temperaturas dos envelopes construtivos, radiação térmica, iluminação, insolação e sombreamento adequado tanto das edificações como do meio urbano. As variáveis de insolação e sombreamento se relacionam à um conjunto de elementos interdependentes da geometria urbana, como adequadas relações entre alturas das edificações, orientação e largura das ruas para que o meio urbano, e como consequência, o interior das edificações se beneficiem com insolação e iluminação natural apropriada (FROTA, 2001). O excesso de radiação solar em fachadas e coberturas geralmente determina maior demanda de utilização de equipamentos de condicionamento de ar. Por outro lado, o excesso de sombreamento, além da insalubridade por falta da presença de Sol, necessita maior utilização de iluminação artificial, além de não proporcionar, aos usuários dos ambientes, os benefícios fisiológicos associados ao uso da iluminação natural. Importante ressaltar que o desempenho energético das edificações está associado ao grau de dependência do uso dos sistemas artificiais de iluminação e climatização (LAMBERTS et al., 2014).

A cidade de Balneário Camboriú possui área territorial de 46,244 km², sendo a segunda cidade com menor área total do estado de Santa Catarina, Brasil. Esta área territorial abriga cerca de 108 mil habitantes residentes, segundo dados do IBGE (2010). Segundo imprensa local, em temporada este número aumenta para 500 mil habitantes. Estes dados ressaltam a elevada densidade populacional que ocorre na cidade.

Considerando o local de estudo a cidade de Balneário Camboriú, pode-se observar claramente os impactos da aplicação de parâmetros legislativos que comprometem às condições de conforto ambiental e salubridade, entre outras consequências. Segundo Saboya (2010) o plano diretor de uma cidade possui como uma de suas principais funções o estabelecimento dos limites da ocupação urbana, buscando manter certa coerência entre a densidade populacional, as atividades e a disponibilidade de infraestrutura urbana (esgoto, transportes, água, energia, entre outros), bem como gerenciar os impactos na paisagem e as interferências dos edifícios entre si (ventilação, insolação e outros).

Entretanto, para determinadas áreas da cidade, em destaque na Figura 1 abaixo (Zona de Ambiente Construído Consolidado – ZACC-1), o Plano Diretor de Balneário Camboriú: não estabelece um limite de pavimentos (permitindo gabarito livre), estabelece afastamento lateral e de fundos mínimo de 1,5m e máximo de 5,0m entre as torres dos edifícios, além de permitir taxa de ocupação de 100% nos embasamentos que podem possuir até 16m de altura. A aplicação conjunta destes parâmetros resulta nas configurações urbanas objeto de análise ambiental deste trabalho.

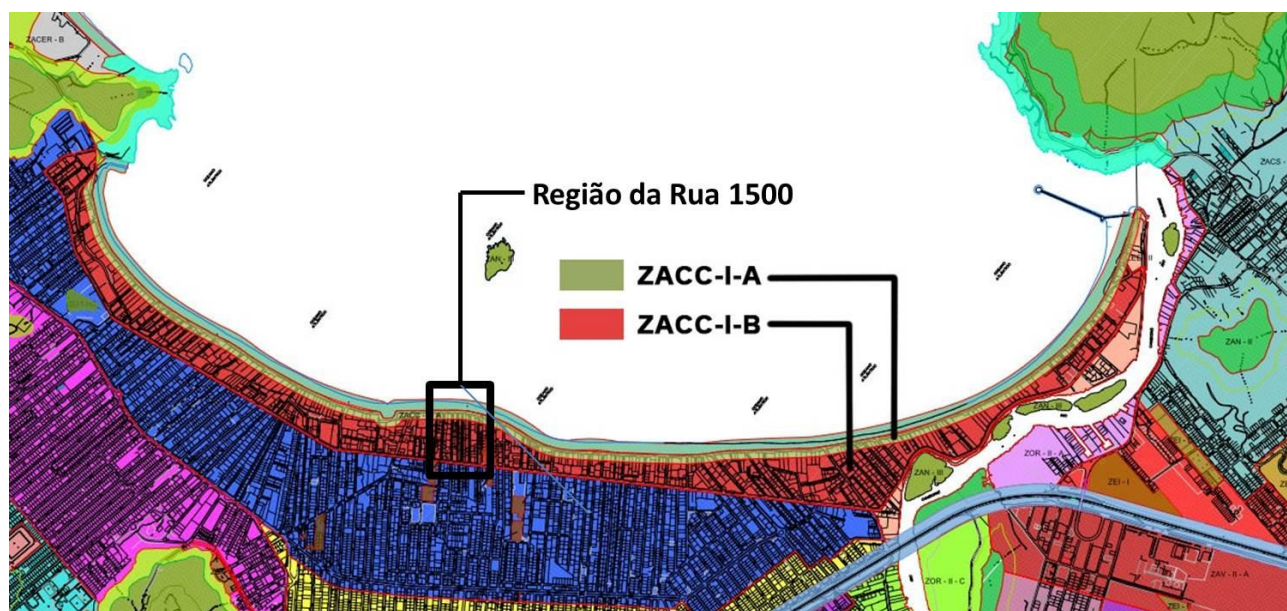


Figura 1: Plano Diretor de Balneário Camboriú (área central). Em destaque Zona de Ambiente Construído Consolidado – ZACC-1.

A figura 2 abaixo apresenta situações resultantes da aplicação dos parâmetros legislativos vigentes na área estudada, onde pode ser observado: a configuração urbana da área central e orla de Balneário Camboriú; a relação entre os gabaritos, afastamentos e largura das vias; além do sombreamento gerado pelas edificações sobre a praia.



Figura 2: Configuração urbana da área central e orla de Balneário Camboriú. Relação entre gabaritos, afastamentos e largura de vias. Sombreamento das edificações sobre a praia.

Fontes: Website Skyscrapercity - <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1319079>. Website BC da Depre - <http://bc.dadepre.net/o-que-arabia-saudita-e-balneario-camboriu-tem-em-comum-nada/sombra/#main>.

Visando uma melhor compreensão da metodologia e resultados de desempenho ambiental adotados nesta pesquisa, faz-se necessária uma explicação preliminar sobre Máscaras de Sombra e radiação solar.

O método de análise de insolação através do emprego de Máscaras de Sombra trata-se da avaliação em diagramas solares das parcelas de céu obstruído (por relevo, árvores, viadutos, edificações), para um determinado local escolhido. Este local definido é pontual, podendo ser o centro de uma praça, um ponto no eixo de uma via, o peitoril de uma janela ou qualquer outro ponto que seja pertinente para análise. Como resultado, quanto mais obstruído for o diagrama solar, menos acesso à radiação solar direta o mesmo terá. Ou seja, menos acesso à insolação e iluminação natural.

As figuras 3 e 4 a seguir demonstram esquematicamente a aplicação do Método das Máscaras. Cada uma das figuras é composta por uma sequência de três imagens, onde na primeira pode-se observar uma configuração urbana esquemática ao redor de um ponto central (ponto de análise), a segunda imagem apresenta a abóboda celeste (Céu) com suas parcelas obstruídas em relação ao ponto de análise e entorno; já a terceira imagem apresenta em seu centro o diagrama solar com as obstruções, ou máscara de sombra resultante. Importante observar que a figura 3, trata-se do mascaramento de uma configuração urbana de gabarito baixo e grandes afastamentos, resultando em uma máscara de sombra com pouca obstrução, permitindo maior acesso à insolação e iluminação natural direta; já a figura 4 apresenta uma situação com maiores gabaritos e menores afastamentos, resultando em uma máscara de sombra com maior obstrução, comprometendo a presença do sol no ponto de análise. Cenário que se assemelha às configurações urbanas da área central da cidade de Balneário Camboriú, estudadas neste trabalho.

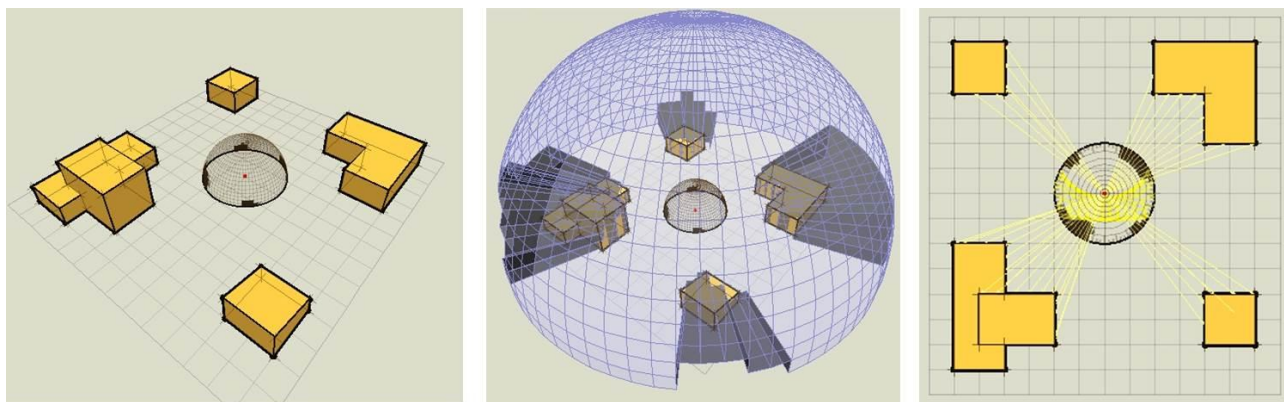


Figura 3: Método das Máscaras. Configuração urbana com baixos gabaritos e grandes afastamentos.

Fonte: Blog Prof. Andrew Marsh (<http://andrewmarsh.com/blog/2011/05/03/real-time-site-analysis>)

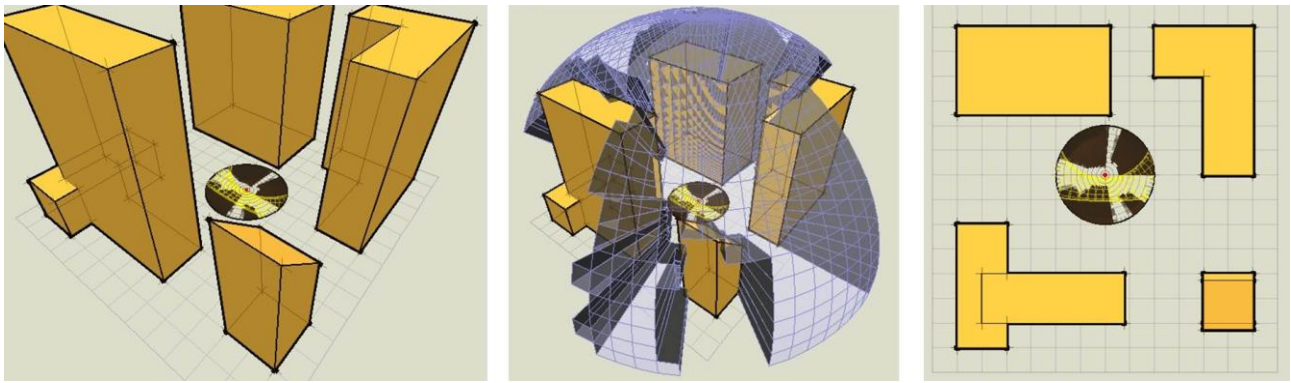


Figura 4: Método das Máscaras. Configuração urbana com altos gabaritos e pequenos afastamentos.

Fonte: Blog Prof. Andrew Marsh (<http://andrewmarsh.com/blog/2011/05/03/real-time-site-analysis>)

A Radiação Solar trata-se da principal fonte energética disponível em nosso planeta (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014), sendo que diariamente incide sobre a superfície terrestre mais energia vinda do Sol do que nossa demanda de consumo energético anual (RÜTTER, 2004). Devido à sua grande intensidade, na ordem de 1.000W/m^2 nos planos horizontais ao meio dia (RÜTTER, 2004), e 500W/m^2 nos horários de pico em planos verticais, a radiação solar apresenta-se como um dos principais componentes do desempenho ambiental nos espaços construídos, demandando obrigatoriamente sua consideração no projeto de edificações energeticamente eficientes (FAJKUS, 2013). Os valores de intensidade da radiação solar apresentam variações em função da latitude, estação do ano, orientação da fachada e nebulosidade do local onde a edificação está inserida (PEREIRA et al., 2006). A figura 5 apresenta as curvas de intensidade da radiação solar para a latitude de 27° Sul em função da hora do dia, sendo que a primeira refere-se ao dia 22 de Dezembro (Solstício de Verão) e a segunda ao Solstício de Inverno (22 de Junho), destacando ainda diferentes estratégias de controle solar de acordo com cada situação específica de projeto.

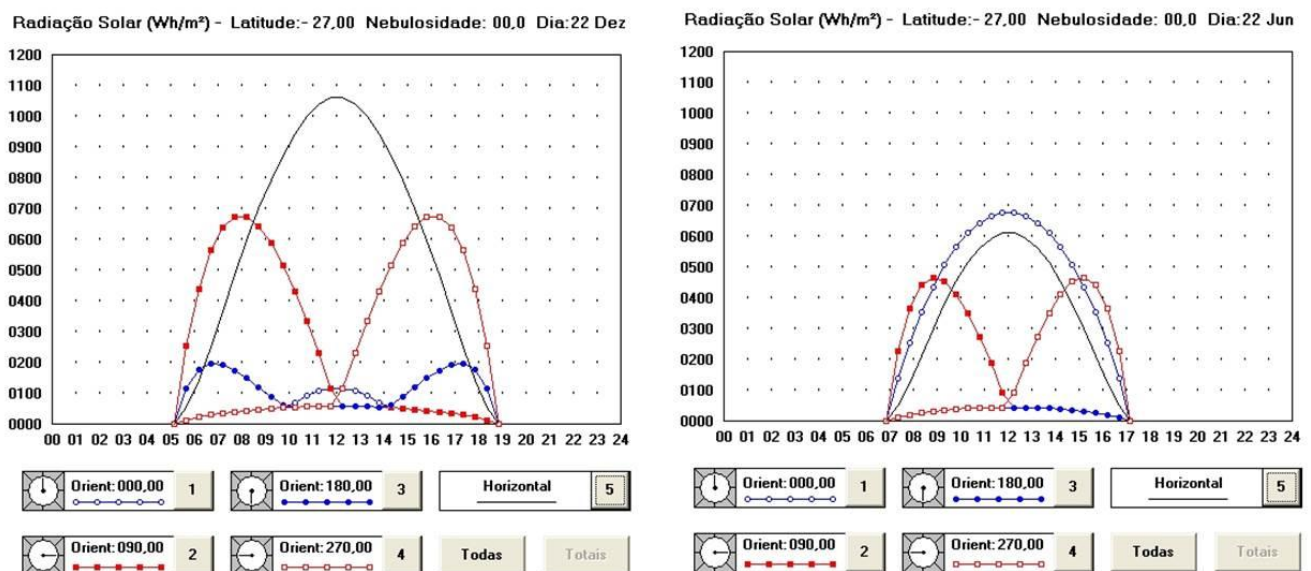


Figura 5: Comparativo dos valores horários de radiação solar entre inverno e verão para as fachadas Norte (orientação 0°), Sul (orientação 180°), Leste (orientação 90°) e Oeste (orientação 270°), para latitude 27° Sul. Horário (eixo X) x valores de radiação em W/m^2 (eixo Y).

Fonte: aplicativo Luz do Sol.

A radiação solar em muitas vezes trata-se do componente de maior peso no balanço das energias térmicas envolvidas em uma edificação. Segundo Frota (2001): “o sol, importante fonte de calor, incide sobre o edifício representando sempre um certo ganho de calor, que será função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas dos parâmetros do edifício”. A radiação solar, além de ser um dos mais importantes contribuintes para o ganho térmico em edifícios, constitui-se também como sua principal fonte de luz natural (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). O excesso de radiação solar gera maior

utilização de equipamentos para o condicionamento de ar e consequentemente maior demanda de energia elétrica. Do mesmo modo, o excesso de sombreamento gera maior utilização de sistemas de iluminação artificial e consequentemente, também, maior demanda de energia elétrica.

Cabe também destacar que a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte energética passiva, no aquecimento e iluminação natural das edificações, ou ainda ser convertida em energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos e energia térmica através de concentradores de calor (CSP), ou aquecedores solares de água. Esta apresenta-se como uma das principais fontes de energia limpa a ser utilizada futuramente em grande escala no atendimento da crescente demanda energética (JACOBSON; DELUCCHI, 2011). Estes fatos reforçam a necessidade de uma reflexão sobre configurações urbanas, como encontramos em Balneário Camboriú, que comprometem a radiação solar direta na fachadas de edificações, impactando não apenas em questões de conforto ambiental, como também no potencial para geração de energia local.

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN 2015), as edificações são responsáveis por 50% do consumo nacional de energia elétrica, sendo as edificações residenciais são responsáveis por 24,9%, as comerciais por 17,1% e as públicas por 8%. Estes dados demonstram as importantes divisões dos setores que constituem o consumo de energia elétrica nacional. Cabe destacar que estes números estão diretamente associados ao desempenho energético das edificações que por sua vez está associado ao grau de dependência do uso dos sistemas artificiais de iluminação e principalmente de climatização. Segundo Lamberts et al. (2014) estas percentagem poderiam ser menores caso arquitetos e engenheiros tivessem maior conhecimento a respeito dos condicionantes envolvidos no desempenho energético das edificações e os aplicassem de forma coerente, não apenas considerando a edificação mas também o contexto em que esta está inserida.

Segundo Pierre Fernandez (1998): “a componente energética não pode ser considerada de maneira estanque, mas pelo contrário, num contexto de diálogo com os demais critérios de projeto, e isto desde as fases iniciais do processo. O arquiteto deve, portanto, integrá-la o mais cedo possível aos parâmetros de projeto mais sensíveis de modificações”. Importante salientar que se torna muito difícil idealizar projetos de edificações confortáveis e energeticamente eficientes em cenários urbanos inadequados.

Apesar de sua importância, principalmente na produção arquitetônica contemporânea, muitas questões de conforto ambiental e eficiência energética como análises de insolação e disponibilidade de radiação solar, são diversas vezes desconsideradas em função de sua complexidade ou dificuldade de visualização e análise, entre outros fatores. Os recursos tecnológicos de projeto disponíveis atualmente podem auxiliar a mitigação desta problemática, principalmente através da utilização de simulação computacional como ferramenta de apoio às decisões projetuais dos arquitetos e planejadores urbanos.

A utilização de programas e aplicativos de computação gráfica na arquitetura facilita os processos, principalmente no que se refere à representação dos projetos; onde os desenhos executivos bidimensionais (2D) utilizados anteriormente, gradativamente estão sendo substituídos por desenhos gerados a partir de modelos tridimensionais (3D), minimizando erros e retrabalhos. Cabe aqui uma observação relativa à carência de desenhos tridimensionais e propostas volumétricas no planejamento urbano das cidades brasileiras. Além de proporcionar uma visualização mais realística das propostas, uma das principais vantagens dos modelos 3D é que podem ser submetidos a ambientes virtuais de simulação, para que sejam aprimorados ainda na fase de projeto, levando em consideração itens do futuro desempenho dos ambientes urbanos e seus edifícios.

Buscando facilitar a compreensão e previsão de fenômenos físicos, como a insolação e radiação solar, nos últimos anos foram desenvolvidos diversos aplicativos de simulação computacional termo energética. Alguns destes aplicativos permitem, através da geração de Máscaras de Sombra, analisar a insolação e o sombreamento em fachadas de edificações e em ambientes urbanos. Facilitando a previsão do desempenho das edificações em fase de projeto, além da compreensão e análise dos ambientes arquitetônicos e urbanos existentes (DE KESTELIER, 2013).

Os programas de simulação computacional voltados para arquitetura visam fornecer dados que possam auxiliar, principalmente nas etapas iniciais de projeto, onde são definidas as principais questões referentes ao desempenho energético de ambiente construído (volumetria, orientações solares, ocupação do solo, afastamentos e gabaritos). Entretanto, como anteriormente referido, os dados de saída gerados por alguns programas tornam-se de difícil compreensão para os arquitetos em geral, principalmente quando não são gráficos e visuais. Greenberg et al. (2013) identificam a dificuldade de visualização dos resultados de

simulações como um dos “gargalos” para a integração de simulações computacionais no processo de projeto, resultando em sua dificuldade de aplicação.

Utilizado para a geração das análises apresentadas neste trabalho, o programa Autodesk Ecotect Analysis, desenvolvido pelo Prof. Andrew Marsh, PhD, em sua empresa *Square One Research*. Este software, entre diversas qualidades, caracteriza-se principalmente por sua interface gráfica e intuitiva. Devido à sua qualidade e difusão, o Ecotect Analysis foi incorporado em 2011 pela Autodesk; entretanto desde 2015 o mesmo não está mais sendo comercializado, de acordo com o desenvolvedor, e as funcionalidades do Ecotect Analysis foram incorporadas na suíte de aplicativos Autodesk Revit.

Porém, ainda com grande utilização, o programa apresenta-se como uma excelente plataforma de simulação energética, térmica, lumínica e acústica para os estágios preliminares do desenvolvimento dos projetos, sua interface possibilita uma rápida visualização dos resultados das simulações, permitindo aos arquitetos a compreensão de fenômenos físicos que possam influenciar no desenvolvimento dos projetos (“Autodesk Ecotect Analysis”, 2015). A Figura 05 apresenta a interface do aplicativo, demonstrando a visualização das trajetórias solares e suas respectivas projeções de sombra.

Com uso mais difundido na escala arquitetônica do que na escala urbana, grandes escritórios de arquitetura trabalham e pesquisando novas formas de utilização de programas de computador na elaboração e análises de projetos, o que deveria ser mais largamente incorporado nas análises ambientais de planejamento urbano. Segundo De Kestelier (2013), o escritório Foster + Partners criou em 1998 um departamento de pesquisa exclusivo para desenvolvimento de modelagem digital e simulação computacional (*Specialist Modelling Group - SMG*) visando entre demais objetivos, desenvolver morfologias arquitetônicas mais energeticamente eficientes. Cabe destacar que o Autodesk Ecotect Analysis está entre os aplicativos utilizados nas pesquisas e simulações do SMG.

Sendo assim, a análise da insolação e do sombreamento gerado pelas próprias edificações no meio urbano e, conseqüentemente, a análise das disponibilidades de luz natural e de radiação solar nos ambientes construídos é fundamental para que as edificações atinjam um bom desempenho energético. Entretanto, estes são fenômenos de difícil visualização, de maneira que frequentemente arquitetos e planejadores urbanos os desconsideram durante o desenvolvimento de seus projetos, conseqüentemente, muitos Planos Diretores os desconsideram para o desenvolvimento sustentável das cidades. Por outro lado, a análise de insolação de um ambiente urbano, realizada através de uma simples volumetria gerada por uma maquete eletrônica e simulada através de um aplicativo como o Ecotect Analysis, permite uma ampla variação de combinações de formas, de volumes, e ainda de diferentes pontos de análise. Estas análises possibilitam maior rapidez nas observações dos resultados das máscaras de sombra permitindo agilidade na tomada de decisões de projeto. O uso de programas deste tipo possibilita que os resultados sejam obtidos com maior rapidez e também melhor compreendidos por arquitetos e planejadores urbanos, fazendo com que estes visualizem facilmente os efeitos que cada variável da cidade edificada proporciona sobre a incidência solar em seu meio urbano.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a insolação e sombreamento gerado pelas edificações no ambiente urbano de Balneário Camboriú através do uso de Máscaras de Sombra e análises de radiação solar incidente nas fachadas, permitindo a análise da morfologia urbana existente decorrente da aplicação da legislação vigente.

3 METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento do presente trabalho é dividida nas seguintes etapas:

- Análises de insolação através de máscaras de sombra.
- Análises de radiação solar incidente nas fachadas e ruas.

3.1. Máscaras de Sombra

Primeiramente foi definida uma região urbana edificada representativa das proporções entre afastamentos e alturas das edificações encontradas na área central da cidade de Balneário Camboriú. Esta região se trata de um trecho da Rua 1500 entre as Avenidas Atlântica e Brasil (em destaque na figura 1). Posteriormente, foram simulados no aplicativo Ecotect Analysis as volumetrias desta região e suas correspondentes máscaras de sombra.

Como apresentado anteriormente, as máscaras de sombra são análises geradas a partir de um determinado ponto escolhido. Neste trabalho, as mesmas foram geradas no intuito de analisar o sombreamento gerado pelo ambiente construído tanto nas ruas (superfícies horizontais), quanto nas fachadas (superfícies verticais). Nas ruas foram avaliados três pontos, dois junto ao alinhamento das fachadas opostas e um no centro da via. Nas fachadas foram avaliados pontos em diferentes alturas: 1m, 10m e 20m em relação ao nível da rua.

3.2. Análises de radiação solar incidente nas fachadas e ruas

Complementarmente, também utilizando a aplicativo Ecotect Analysis foram simulados valores de radiação incidente em uma fachada na região escolhida, permitindo o cruzamento dos dados e imagens de sombreamento e radiação incidente. Utilizando o aplicativo Luz do Sol foram gerados gráficos que visam reforçar, de forma quantitativa os resultados obtidos com as análises de mascaramento para a região escolhida.

Para a geração de dados, os aplicativos de simulação termo energética (como o Ecotect) utilizam Arquivos Climáticos. Que por sua vez, são bases de dados digitais contendo informações específicas sobre os condicionantes climáticos de cada localidade. Especificamente, a cidade de Balneário Camboriú não possui arquivo climático para simulação. A cidade mais próxima (70Km à Sul), com condições geográficas e climáticas mais semelhantes e que possui arquivo climático é Florianópolis. De maneira que em todas as simulações desenvolvidas neste trabalho foi utilizando o arquivo climático: BRA_Florianopolis.838990_SWERA.epw, disponível em: <http://labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos>.

4 RESULTADOS

4.1 Máscaras de sombra

Neste item estão apresentados os resultados das análises de sombreamento primeiramente nas ruas e posteriormente nas fachadas das edificações.

4.1.1 Máscaras de sombra para pontos localizados no nível da rua

Para a região urbana analisada foram geradas três máscaras de sombra para o nível do chão: duas para pontos localizados nas extremidades laterais das calçadas e uma para o ponto central da rua, como demonstram os croquis que acompanham as máscaras de sombra dos pontos analisados na Rua 1500, apresentadas abaixo, nas figuras 6 e 7.

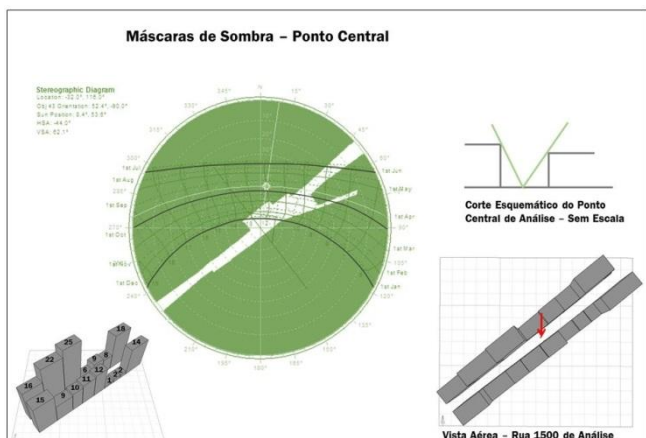


Figura 6: Máscara de sombra para o ponto central da Rua 1500.

Fonte:Elaboração própria a partir do aplicativo Ecotect.

Estas máscaras mostram, para qualquer dia do ano, na área marcada com a cor verde os horários nos quais nunca incide sol na rua. Na área sem coloração, na máscara de sombra para o ponto central da Rua 1500 (figura 6), observam-se os horários em que o sol incide em metade, ou mais da metade, da largura da rua. E, por último, as máscaras para os pontos das laterais internas das calçadas (figura 7), mostram, na área sem coloração, os horários nos quais a área ensolarada na rua aumenta desde o momento em que o sol começa a incidir na lateral interna da calçada (junto à fachada) até o momento em que todo o chão da rua está coberto de sol.

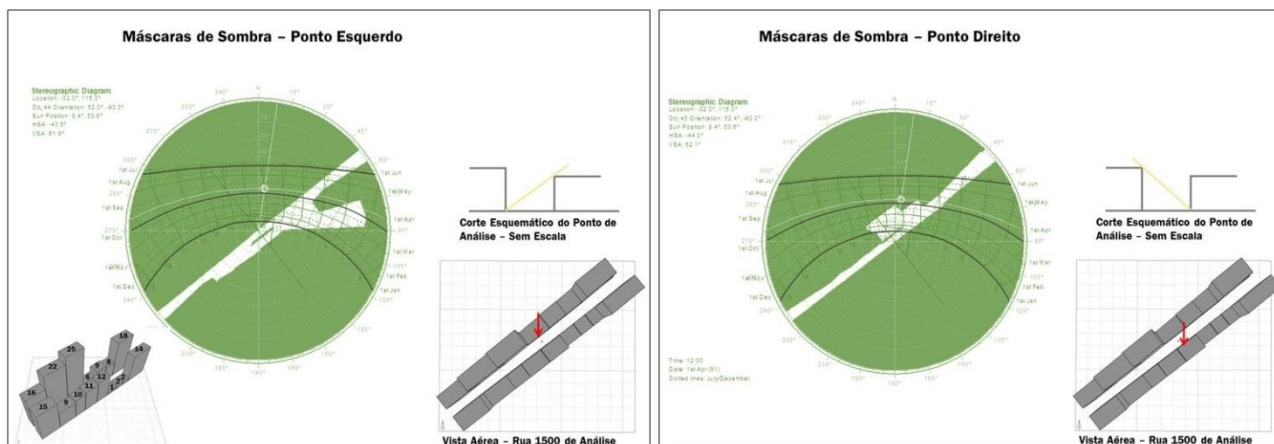


Figura 7: Máscara de sombra para os pontos das laterais internas das calçadas da Rua 1500.

Fonte: Elaboração própria a partir do aplicativo Ecotect.

A figura 8 mostra uma máscara de sombra que é uma sobreposição das três máscaras anteriores. Na região de cor mais escura desta máscara aparecem os horários nos quais o sol nunca incide no chão da rua. Na região mais clara, aparecem os horários nos quais menos da metade da largura da rua está ensolarada e, na região verde da mesma máscara aparece os horários nos quais o sol incide em mais da metade da largura da rua.

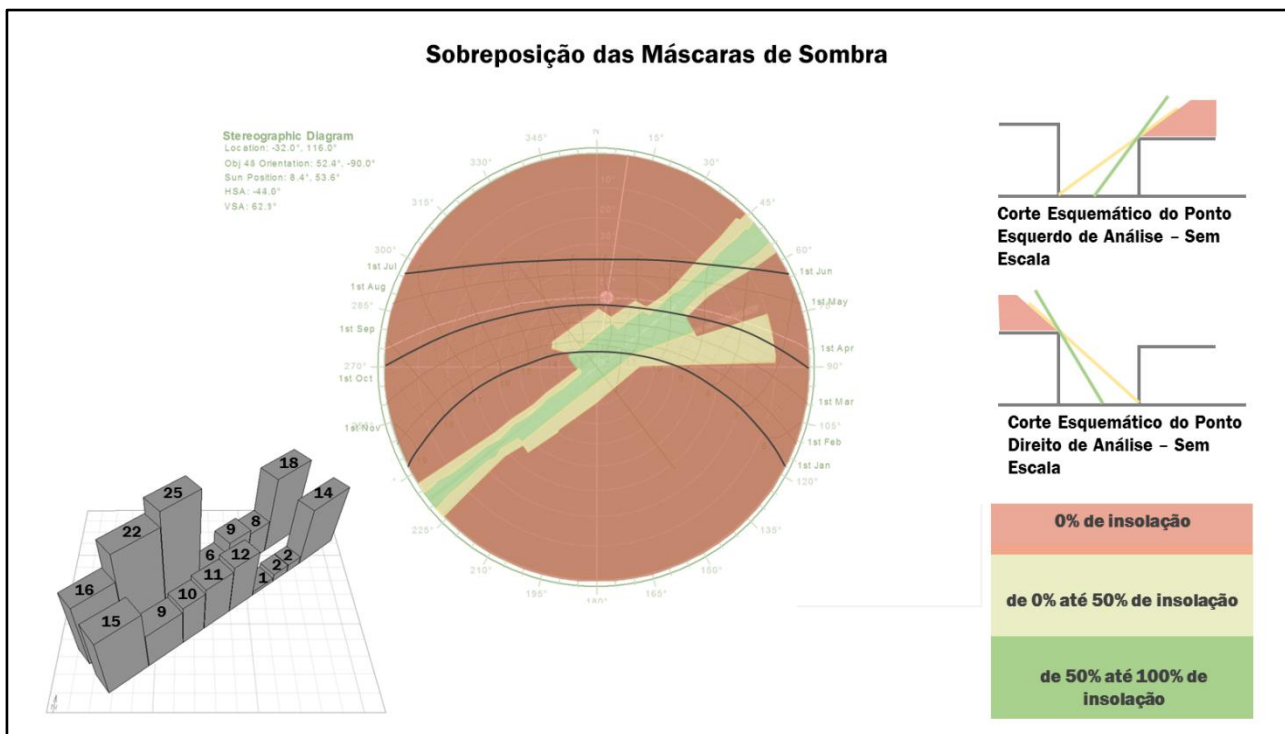


Figura 8: Sobreposição das máscaras de sombra para o ponto central e para as duas laterais das calçadas da Rua 1500.

Fonte: Elaboração própria a partir do aplicativo Ecotect.

4.1.2 Horários de incidência de sol e de sombra no nível do chão da rua

As informações contidas nas máscaras de sombra foram organizadas em tabelas (figura 9) e em gráficos (figura 10), o que permite uma melhor observação e análise dos dados de números de horas em que o sol incide na rua. Na tabela abaixo (figura 9), aparecem, para determinados dias do ano, informações sobre os horários e o total de horas em que o sol incide em determinados setores da largura da Rua 1500.

ESTAÇÃO	DADOS	DATA	MENOS DA METADE DA RUA C/ SOL (0% (A) - 50% (B))	MAIS DA METADE (50% (B) - 100% - 50% (B'))	MENOS DA METADE DA RUA C/ SOL (50% (B') - 0% (A))	TOTAL DE HORAS
INVERNO	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	22/jun	8:00 - 8:15	8:15 - 9:00	9:00 - 9:15	01h15min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		15 min	45 min	15 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	24/jul	8:15 - 8:35	8:35 - 9:10	9:10 - 9:30	01h15min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		20 min	35 min	20 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	13/ago	8:30 - 8:50	8:50 - 9:30	9:30 - 9:50	01h20min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		20 min	40 min	20 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	28/ago	9:00 - 9:10	9:10 - 10:00	10:00 - 10:05	01h05min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		10 min	50 min	05 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	11/set	9:15 - 9:30	9:30 - 10:15	10:15 - 10:30	01h15min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		15 min	45 min	15 min	
PRIMAVERA	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	24/set	7:15 - 8:15 + 9:30 - 9:35	9:35 - 10:35	10:35 - 11:30	03h00min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		65 min (01:05)	60 min	55 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	06/out	7:05 - 8:40	09:25 - 11:05	11:05 - 11:45	03h55min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		95 min (01:35)	100 min (01:40)	40 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	20/out	7:35 - 9:25	9:25 - 11:35	11:35 - 13:05	03h30min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		50 min	130 min (02:10)	90 min (1:30)	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	04/nov	8:15 - 10:00	10:00 - 12:30	12:30 - 13:55	04h40min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		45 min	150 min (02:30)	85 min (01:25)	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	22/nov	8:45 - 10:20	10:20 - 12:50	12:50 - 14:05	05h20min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		95 min (01:35)	150 min (02:30)	75 min (01:15)	
VERÃO	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	22/dez	09:30 - 10:55	10:55 - 13:15	13:15 - 13:40	02h25min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		85 min (1:25)	20min (0:20)	40 min (0:40)	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	21/jan	8:45 - 10:20	10:20 - 12:50	12:50 - 14:05	05h20min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		95 min (01:35)	150 min (02:30)	75 min (01:15)	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	09/fev	8:15 - 10:00	10:00 - 12:30	12:30 - 13:55	04h40min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		45 min	150 min (02:30)	85 min (01:25)	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	23/fev	7:35 - 9:25	9:25 - 11:35	11:35 - 13:05	03h30min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		50 min	130 min (02:10)	90 min (1:30)	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	08/mar	7:05 - 8:40	09:25 - 11:05	11:05 - 11:45	03h55min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		95 min (01:35)	100 min (01:40)	40 min	
OUTONO	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	21/mar	7:15 - 8:15 + 9:30 - 9:35	9:35 - 10:35	10:35 - 11:30	03h00min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		65 min (01:05)	60 min	55 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	03/abr	9:15 - 9:30	9:30 - 10:15	10:15 - 10:30	01h15min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		15 min	45 min	15 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	16/abr	9:00 - 9:10	9:10 - 10:00	10:00 - 10:05	01h05min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		10 min	50 min	05 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	01/mai	8:30 - 8:50	8:50 - 9:30	9:30 - 9:50	01h20min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		20 min	40 min	20 min	
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	21/mai	8:15 - 8:35	8:35 - 9:10	9:10 - 9:30	01h15min
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		20 min	35 min	20 min	

Figura 9: Tabela com horários de incidência de sol na Rua 1500.

Fonte: Arquivo pessoal.

Nesta tabela, a coluna intitulada **“Menos da metade da rua com sol (0%-50%)”** mostra a hora em que o sol começa a incidir no chão da rua (0%) e a hora em que a área ensolarada passa a cobrir metade da largura desta (50%). A coluna central com o título **“Mais da metade (50%-100%-50%)”** mostra dois horários: O primeiro refere-se ao momento em que o sol atinge a metade da largura da rua. O segundo horário indica o momento em que o sol, após movimentar-se para o lado oposto da rua e já ter passado por um período no qual cobriu 100% da largura desta, passa a cobrir agora apenas a outra metade da largura da rua. A coluna **“Menos da metade da rua com sol (50%-0%)”** mostra o horário no qual a área de insolação começa a ficar menor que a metade da largura da rua e, por fim, mostra a hora em que o chão não recebe mais sol.

Analisando, como exemplo nesta tabela, os dados de 22 de Junho, observa-se que o sol neste dia começa a incidir no chão da rua as 08h00min, e as 08h15min cobre a metade da largura desta. Após as 08h15min a área ensolarada, ao deslocar-se para o lado oposto da rua, aumenta de tamanho, chegando a cobrir todo o chão da rua. Ao continuar seu deslocamento, esta área com sol começa a diminuir de tamanho, e as 09h00min cobre apenas a metade da largura do lado oposto da rua. A área de chão ensolarada continua a diminuir, e às 09h15min não haverá mais incidência de radiação solar direta. Deste total de 1h15min, em que o sol incide na rua, em apenas 45min haverá sol em mais da metade da largura da rua, e, nos 30min restantes o sol incide em menos de 50% da largura da rua. Observa-se também nesta tabela que, a geometria criada pela orientação da rua e pelas proporções entre afastamentos e alturas das edificações faz com que nos dias de inverno, quando a intensidade solar é menor, o sol incida apenas nos horários de início da manhã, cuja intensidade é ainda mais fraca. Por outro lado, nos períodos mais quentes, como no verão, quando a intensidade solar é mais intensa, o sol incide nesta rua nos horários próximos ao meio-dia, cuja intensidade é ainda maior que a média do dia.

Os dados, mostrados na tabela anterior, com o total de horas de sol, que incidem no chão da Rua 1500, ao longo de alguns dias do ano podem ser vistos também através no gráfico da figura 10. A forma gráfica permite melhor observar a evolução (variação) da quantidade de horas de sol que incide na rua através das estações do ano.



Figura 10: Gráfico com o total do número de horas em que incide sol na Rua 1500 ao longo do ano.

Fonte:Elaboração própria.

O gráfico mostra que o número de horas de sol que incidem na rua é bem maior nas estações mais quentes do ano e nas quais a radiação solar é também mais intensa. Observa-se, também que, no outono e no inverno, períodos em que os dias são mais frios e a intensidade solar mais fraca, a incidência de sol na rua é em média de apenas 1 hora por dia.

4.1.3 Máscaras de sombra para pontos localizados nas fachadas das edificações

De modo geral foram geradas máscaras de sombra para pontos localizados em três diferentes alturas das fachadas das edificações das ruas consideradas. Os pontos analisados na Rua 1500 encontram-se na região em que os prédios são mais baixos. Na fachada sudoeste, estes pontos estão localizados no prédio de seis pavimentos (mostrado com o numero 6, no croqui da figura 11 abaixo) onde nesta edificação, foram geradas máscaras de sombra para 2 diferentes alturas: para 1m e 10m.

Na região escura das máscaras de sombra mostradas na figura 11, podem ser visualizados, para qualquer dia do ano, os horários nos quais nunca incide sol nos pontos analisados da fachada sudoeste (1m e 10m de altura). E, na região clara das mesmas máscaras, podem ser visualizados os horários nos quais o sol começa a incidir nos pontos considerados e os horários nos quais o sol deixa de incidir nestes pontos.

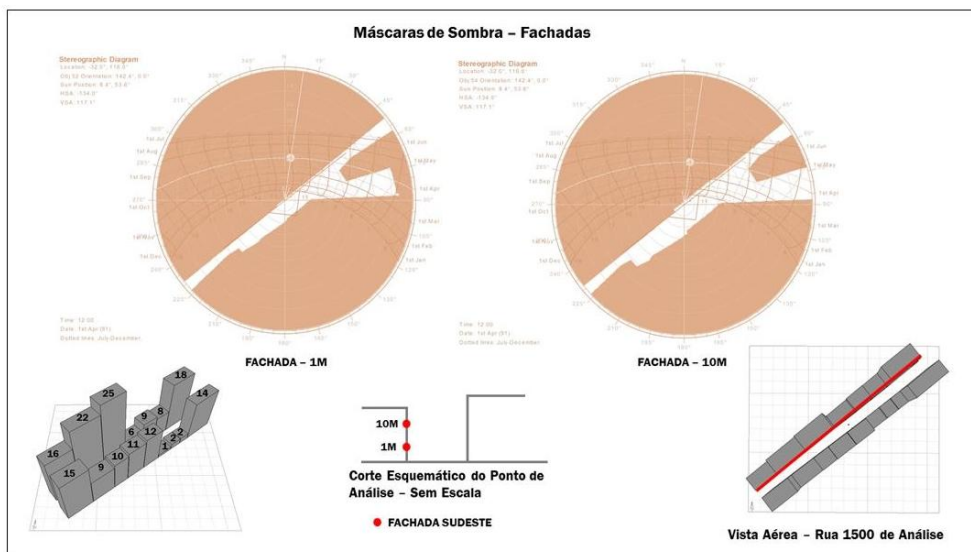


Figura 11: Máscaras de sombra para a fachada Sudoeste da Rua 1500 em pontos localizados a 1m e 10m de altura no prédio de 6 pavimentos mostrado no croqui da figura.

Fonte:Elaboração própria a partir do aplicativo Ecotect.

A figura 12 mostra uma máscara de sombra que é uma sobreposição das duas máscaras anteriores. Os croquis que acompanham a máscara da figura 12 buscam associar, através das cores, os pontos representativos das alturas analisadas com a sua correspondente região da máscara sobreposta.

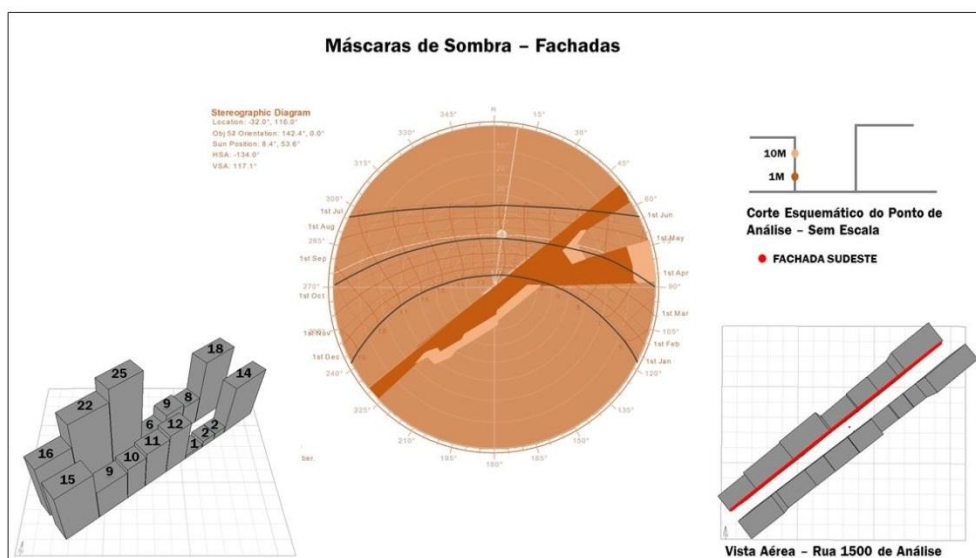


Figura 12: Sobreposição das máscaras de sombra para a fachada Sudoeste da Rua 1500 em pontos localizados a 1m e 10m de altura no prédio de 6 pavimentos mostrado no croqui da figura.

Fonte:Elaboração própria a partir do aplicativo Ecotect.

Como já citado, os pontos analisados na Rua 1500 encontram-se na região em que os prédios são mais baixos. Na fachada noroeste, estes pontos estão localizados no prédio de 12 pavimentos (mostrado no croqui com o numero 12, na figura 13 abaixo) onde nesta edificação, foram geradas máscaras de sombra para 3 diferentes alturas: para 1m, 10m e 20m.

Na região escura das máscaras de sombra mostradas na figura 13, podem ser visualizados, para qualquer dia do ano, os horários nos quais nunca incide sol nos pontos analisados da fachada sudoeste (1m, 10m e 20m de altura). E, na região clara das mesmas máscaras, podem ser visualizados os horários nos quais o sol começa a incidir nos pontos considerados e os horários nos quais o sol deixa de incidir nestes mesmos pontos.

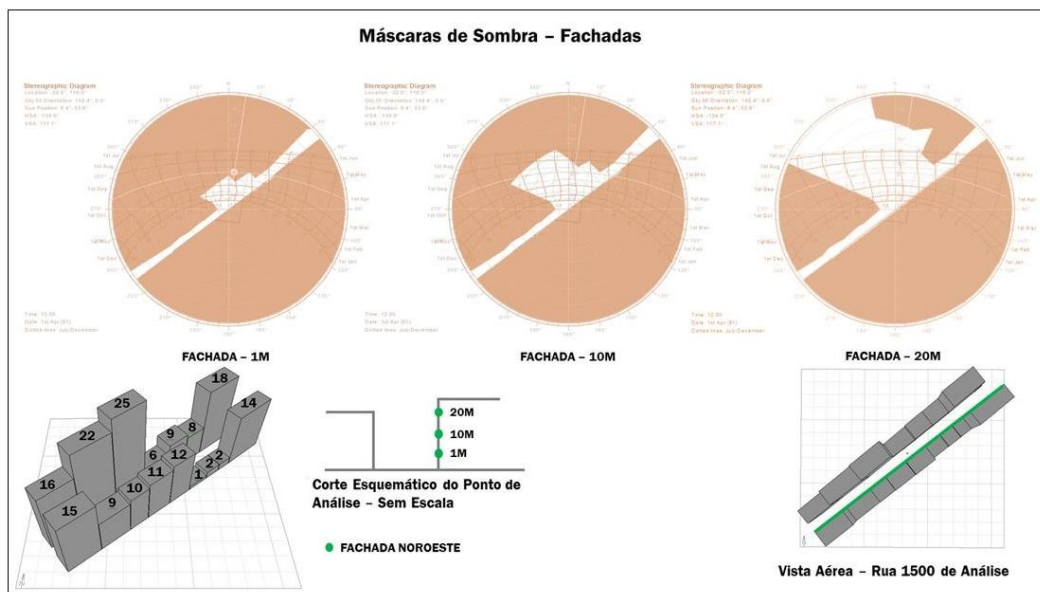


Figura 13: Máscaras de sombra para a fachada Noroeste da Rua 1500 em pontos localizados a 1m e 10m de altura no prédio de 12 pavimentos mostrado no croqui da figura.

Fonte:Elaboração própria a partir do aplicativo Ecotect.

A figura 14 mostra uma máscara de sombra que é uma sobreposição das três máscaras anteriores. Os croquis que acompanham a máscara da figura 14 buscam associar, através das cores, os pontos representativos das alturas analisadas com a sua correspondente região da máscara sobreposta.

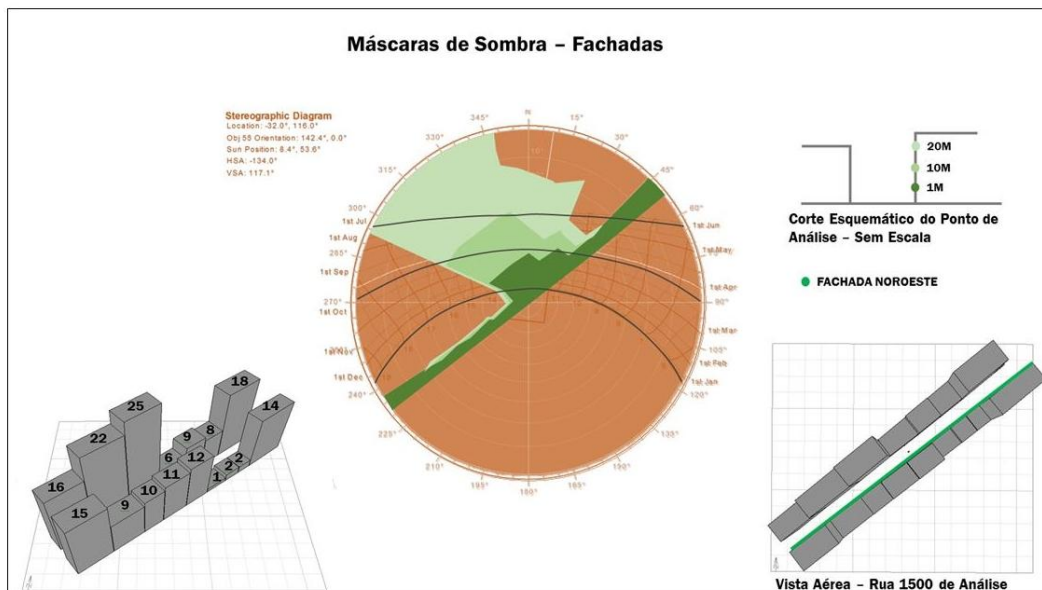


Figura 14: Máscaras de sombra para a fachada Noroeste da Rua 1500 em pontos localizados a 1m e 10m de altura no prédio de 12 pavimentos mostrado no croqui da figura.

Fonte:Elaboração própria a partir do aplicativo Ecotect.

4.1.4 Horários de incidência de sol nas fachadas

As informações contidas nas máscaras de sombra foram organizadas em tabelas (figura 15) e em gráficos (figura 16), o que permite uma melhor observação e análise dos dados. Na tabela abaixo, aparecem, para determinados dias do ano, informações sobre os horários e o total de horas em que o sol incide a 1m, 10m, e 20m de altura da fachada noroeste da Rua 1500.

DADOS MÁSCARAS DE SOMBRA - FACHADA NOROESTE					
ESTAÇÃO	DADOS	DATA	1M	10M	20M
INVERNO	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	22/jun	08:40 - 09:20	08:45-09:25 + 12:50-13:15	08:40-09:20 + 10:50-17:20
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		40 min	65 min (01:05)	430 min (07:20)
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	21/maio - 24/jul	08:55 - 09:35	08:50-09:35 + 12:35-13:45	08:50-09:45 + 10:45-17:05
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		40 min	115 min (01:55)	435 min (07:15)
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	01/maio - 13/ago	09:05 - 09:45	09:05-09:50 + 12:10-14:00	08:55-09:55 + 10:20-16:50
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		100 min (01:40)	110 min (01:50)	450 min (07:30)
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	16/abr - 28/ago	09:30 - 10:05	09:30-10:10 + 10:50-14:50	09:25 - 16:20
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		35 min	220 min (03:40)	415 min (06:55)
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	03/abr - 11/set	09:50 - 10:30	09:50 - 15:10	09:45 - 16:00
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		40 min	320 min (05:20)	375 min (06:15)
OUTONO/ PRIMAVERA	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	21/mar - 24/set	10:00-10:50 + 10:50-11:30	10:00 - 15:30	09:55 - 15:50
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		90 min (01:30)	330 min (05:30)	355 min (05:55)
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	08/mar - 06/out	10:20-11:50 + 12:05-12:50	10:15 - 15:25	10:15 - 15:30
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		90 min (01:30)	310 min (05:10)	315 min (05:15)
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	23/fev - 20/out	10:45 - 13:15	10:45 - 15:05	10:45 - 15:05
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		150 min (02:30)	260 min (04:20)	260 min (04:20)
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	09/fev - 04/nov	11:05 - 14:00	11:00 - 14:30	11:05 - 14:35
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		175 min (02:55)	210 min (03:30)	210 min (03:30)
	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	21/jan - 22/nov	11:15 - 14:20	11:10 - 14:10	11:10 - 14:10
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		185 min (03:05)	180 min (03:00)	180 min (03:00)
VERÃO	HORÁRIOS DE INCIDÊNCIA	22/dez	11:45 - 13:50	11:35 - 13:50	11:30 - 13:55
	TEMPO DE INSOLAÇÃO		125 min (02:05)	135 min (02:15)	132 min (02:15)
TOTAL DE HORAS			1.070 min (17h:83min)	2.255 min (37h:58min)	3.557 (59h:28min)

Figura 15: Tabela com horários de incidência de sol nas fachadas da Rua 1500.

Fonte:Arquivo pessoal.

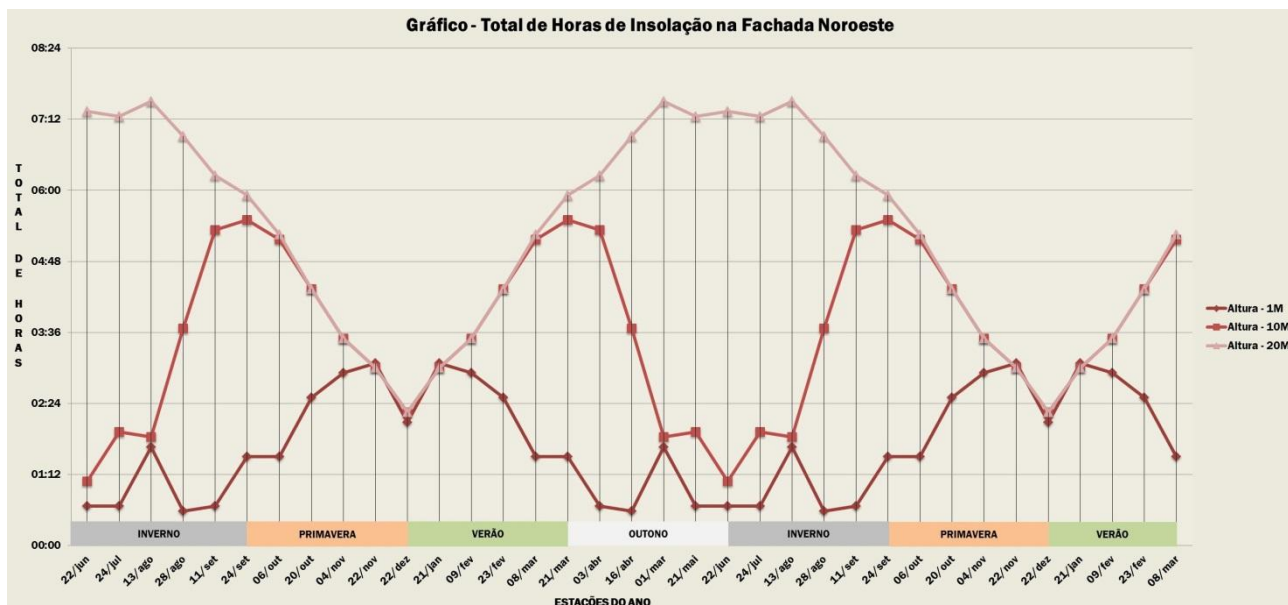


Figura 16: Gráfico com o total de número de horas de sol que incide nas fachadas da Rua 1500 ao longo do ano.

Fonte:Elaboração própria.

Pode-se perceber através da análise do gráfico acima (figura 16) a diferença de acesso ao sol entre os pavimentos inferiores e superiores na edificação analisada. Onde as porções inferiores das fachadas da edificação não recebem mais do que 3hs de sol em nenhuma época do ano. Situação que se agrava no período de inverno, não passando de 30min de sol por dia.

4.2 Análises de radiação solar incidente nas fachadas e ruas

Relativamente aos valores de radiação solar admitidos, o gráfico abaixo (figura 17), gerado no programa Luz do Sol, representa a distribuição teórica da intensidade solar incidente em um plano horizontal, na latitude 27° Sul, em um dia de nebulosidade zero. As áreas coloridas que aparecem no gráfico representam, como exemplo, as intensidades e os horários nos quais a radiação solar incide no chão da Rua 1500 no dia 22 de Junho. Os dados que determinam os horários de incidência de sol foram tirados da Tabela da figura 9. A região colorida mais clara, a esquerda no gráfico, representa o período no qual o sol começa a incidir no chão da rua até o momento em que este cobre a metade da rua. A área central, mais escura, representa o período no qual a área ensolarada cobre toda rua ou mais da metade desta. E, a região do gráfico à direita, representa o período no qual a área ensolarada diminui da metade da rua até deixar de incidir nesta.

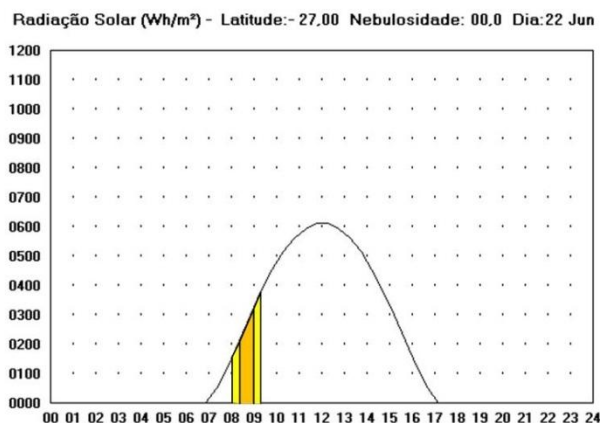


Figura 17: Gráfico com a distribuição teórica da intensidade solar incidente no dia 22 de Junho em um plano horizontal, na latitude 27° Sul, em um dia de nebulosidade zero. As regiões coloridas mais claras representam a radiação solar incidente em menos da metade da largura da Rua 1500 e a mais escura representa a radiação solar incidente em mais da metade da largura desta.

Fonte:Elaboração própria a partir do aplicativo Luz do Sol.

A área abaixo da curva deste gráfico (figura 17) representa a quantidade total de energia solar incidente ao longo do dia 22 de Junho, que é de aproximadamente 3500 wh/m^2 . Deste total, no ponto analisado da rua, apenas uma parcela com menos de 10% da energia total (aproximadamente 300 wh/m^2), representada pela área colorida abaixo da curva, não é bloqueada pelas edificações, e incide no chão da rua formando uma área ensolarada que se movimenta ao longo da largura desta rua, em um pequeno período da manhã do dia analisado. Os resultados deste gráfico, ainda, mostram que, as edificações no ponto considerado da rua cobrem a insolação na maior parte do dia, e deixam passar apenas a radiação solar menos intensa do início da manhã e que incide, geralmente, em menos da metade da largura da rua.

Os gráficos da figura 18 abaixo representam a distribuição teórica da intensidade solar incidente em uma fachada noroeste, na latitude 27° Sul, em um dia de nebulosidade zero. As regiões coloridas destes gráficos destacam os horários nos quais o sol incide em pontos localizados a 1m, 10m e 20m de altura na fachada noroeste da Rua 1500. A análise dos gráficos mostra que nesta rua, no período de inverno, são baixos os números de horas que o sol atinge a fachada até a altura de 10m. Onde pode ser avaliado de forma quantitativa o resultado da diferença de horas de insolação para diferentes alturas das edificações, anteriormente apresentado pelas análises de mascaramento.

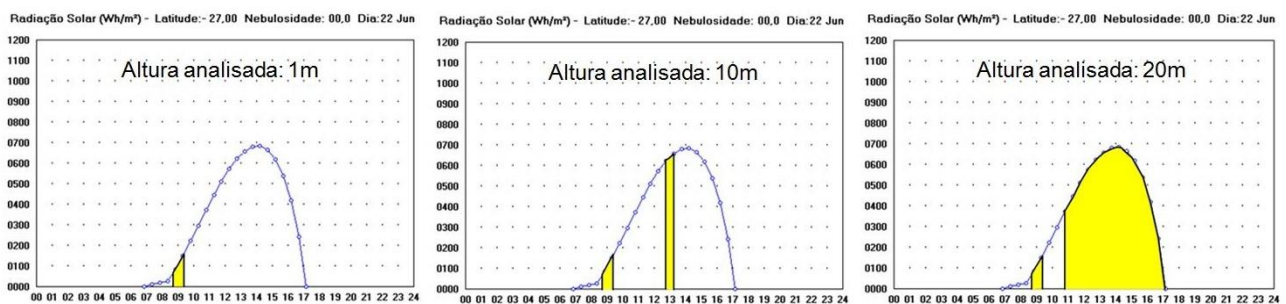


Figura 18: Gráfico com a distribuição teórica da intensidade solar incidente no dia 22 de Junho em uma fachada noroeste, na latitude 27 graus (sul), em um dia de nebulosidade zero. As regiões coloridas representam a radiação solar incidente em pontos localizados a 1m, 10m e 20m de altura na fachada noroeste da Rua 1500.

Fonte: Elaboração própria a partir do aplicativo Luz do Sol.

Complementarmente, a figura 19 abaixo apresenta a análise da radiação incidente gerada no Ecotect Analysis, do edifício identificado neste trabalho como 25 da Rua 1500. À esquerda consta a legenda com os valores de radiação solar média diária por metro quadrado de fachada, nos meses de inverno. Pode-se observar que as porções de fachada inferiores do edifício recebem em torno de 200 Wh/m^2 enquanto as porções superiores recebem em torno de 2.000 Wh/m^2 . Esta distribuição heterogênea de radiação se dá em função do excessivo sombreamento gerado pelos elevados gabaritos e pequenos recuos aplicados na região analisada.

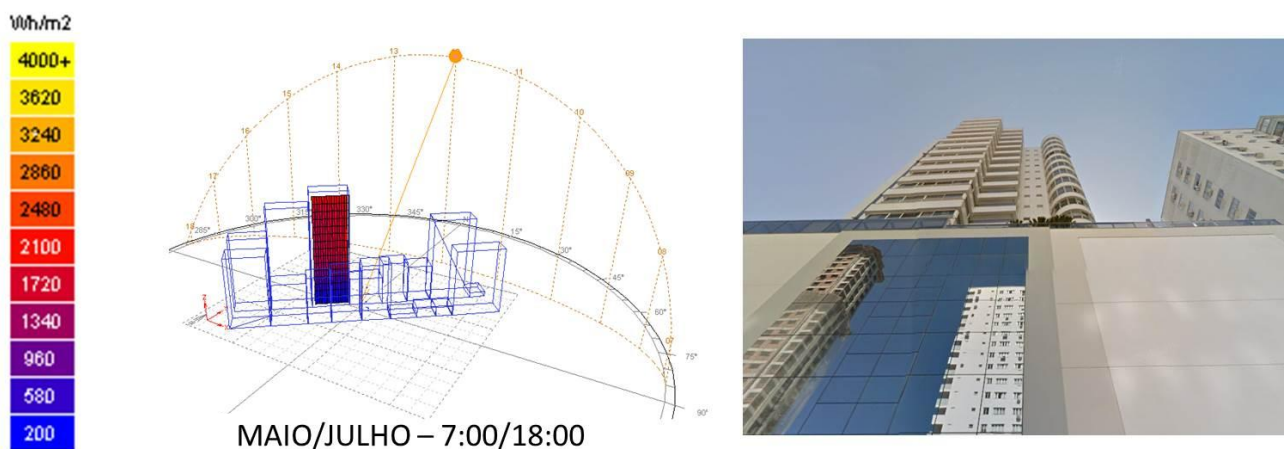


Figura 19: Análise de radiação solar incidente no edifício 25 Rua 1500.

Fonte: Elaboração própria a partir do aplicativo Ecotect Analysis.

5 CONCLUSÕES

As análises por mascaramento para o plano horizontal da Rua 1500, juntamente com a tabela e gráficos de horários de insolação incidente, demonstram que havia recebido de maneira geral menos do que duas horas de sol diário, fato que principalmente nos períodos de inverno torna este espaço desconfortável e conseqüentemente, pouco utilizado para permanência. Importante ressaltar que a situação de insolação desfavorável encontrada na Rua 1500 se repete em grande parte da área central da cidade, o que vem a comprometer um dos principais predicados urbanos de Balneário Camboriú, que é a vitalidade na ocupação dos espaços públicos, ainda que os mesmos sejam escassos e pouco qualificados.

Através das análises de mascaramento nas fachadas, pode-se perceber uma grande limitação de acesso ao sol e visuais externas, nos pavimentos inferiores das edificações na região estudada. Fato este que além de comprometer a qualidade espacial, prejudica as questões de conforto térmico e lumínico das unidades, (residenciais ou comerciais) ali localizadas. Nestas situações, o adequado acesso à insolação e iluminação natural, apenas é assegurado em situações nas quais o entorno não está completamente consolidado, nos padrões permitidos pela legislação vigente. Onde, se apresenta como uma questão de tempo, a futura configuração na qual a maioria das unidades dos pavimentos inferiores das edificações da área central de Balneário Camboriú, não apresente adequadas condições de conforto e habitabilidade no que tange os aspectos analisados neste trabalho.

Os resultados das análises de radiação solar incidente, tanto empregando o aplicativo Ecotect Analysis, quanto o Luz do Sol, reforçam as avaliações de mascaramento realizadas. Os valores obtidos através dos gráficos e simulação demonstram de forma quantitativa o pouco acesso ao sol e luz natural na região estudada. De maneira geral, os dados obtidos demonstram que apenas 10% da radiação solar disponível sendo admitida nos pavimentos inferiores das edificações e passeios da Rua 1500.

Atendendo o objetivo proposto, o presente trabalho demonstra, através de informações gráficas e matemáticas, parte das conseqüências ambientais resultantes das escolhas de planejamento urbano adotadas em Balneário Camboriú; e replicadas em grande parte das áreas centrais das cidades brasileiras. Os resultados apresentados indicam a necessidade da revisão dos padrões de ocupação do solo na cidade estudada, visando à obtenção de melhor conforto ambiental e qualidade espacial. Fundamentalmente devem ser revistas as relações entre: gabaritos, afastamentos, taxas de ocupação e larguras das vias. Permitindo maior permeabilidade entre as edificações, garantindo o acesso à insolação, iluminação natural e visuais externas.

Por fim, intenciona-se que metodologias de análise ambiental, como a desenvolvida neste trabalho, sejam incorporadas pelos planejadores urbanos e mercado imobiliário, objetivando através de sua sensibilização, a busca de melhores resultados ambientais para o futuro de nossas cidades.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autodesk Ecotect Analysis. Disponível em: <www.autodesk.com>. Acesso em: março de 2015.

Blog Andrew Marsh. **Real time site analysis.** Disponível em: <<http://andrewmarsh.com/blog/2011/05/03/real-time-site-analysis>>. Acesso em: março de 2015.

Blog Urbanidades – Prof. Dr. Renato Saboya. **Ultrajes Urbanos 4 (2010).** Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2010/05/ultrajes-urbanos-4/>>

DE KESTELIER, XAVIER. Recent development at Foster + Partners specialist modeling group. **Architectural Design**, n.222, p. 22-27. 2013.

FAJKUS, M. **Superficial skins? Super Skins? Shading structures and thermal impact analysis.** In: Proceedings Advanced Building Skins - Energy Forum. p. 23-27. Bressanone, Italy: 2013.

FERNANDES, PIERRE. (1998). **Integração das Diretrizes Energéticas no Processo de Concepção Arquitetônica.** Artigo In Arquitetura Pesquisa e Projeto. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FROTA, ANÉSIA BARROS; SCIFFER, SUELI RAMOS. (2001) **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5. ed. Editora Studio Nobel. São Paulo.

GREENBERG, DONALD; PRATT, KEVIN; HENCEY, BRANDO; JONES, NATHANIEL; SCHUMANN, LARS; DOBBSE, JUSTIN; DONG, ZHAO; BOSWORTH, DAVID; WALTER, BRUCE. Sustain: An experimental test bed for building energy simulation. **Energy and Buildings**, n.58, p. 44–57. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. Balneário Camboriú - Senso de 2010. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: janeiro de 2015, 2010.

JACOBSON, M. Z.; DELUCCHI, M. A. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. **Energy Policy**, v. 39, n. 3, p. 1154–1169, 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras. Ministério das Minas e Energia. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf>. Acesso em: 10/07/2015, 2014.

Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional – BEN 2015**. Brasília: 2015. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 01/10/2015.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 1. ed. São José dos Campos SP: . Divisão de Clima e Meio Ambiente – DMA, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT., 2006.

RÜTTER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. 1. ed. Florianópolis, Brasil: 2004.

COMENTÁRIOS

Demais autores:

(4) João Luiz Pacheco, MSc.

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

joaopacheco@univali.br

(5) Marcelo Galafassi, Msc.

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

arquitetogalafassi@gmail.com

(6) Natan Carlos Reimers

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

natan_carlosr@hotmail.com

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, pelos recursos financeiros aplicados no desenvolvimento e divulgação deste trabalho.